

**Pengaruh berbagai jenis beras terhadap
Aktivitas antimikrobia pada angkak
Oleh *monascus purpureus***



**Oleh :
Fitri Sulistyorini
H0604025**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2008**

**PENGARUH BERBAGAI JENIS BERAS TERHADAP
AKTIVITAS ANTIMIKROBIA PADA ANGKAK
OLEH *Monascus purpureus***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Fitri Sulistyorini

H0604025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal :

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Ir. MAM Andriani, MS.
NIP. 131 645 548

Rohula Utami, S.TP, MP.
NIP. 132 327 427

Ir. Choirul Anam, MP
NIP. 132 317 850

Surakarta, Oktober 2008
Mengetahui
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS
NIP. 131 124 609

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian sekaligus penyusunan skripsi dengan judul “Pengaruh Berbagai Jenis Beras terhadap Aktivitas Antimikrobia pada Angkak oleh *Monascus purpureus*.”

Dengan selesainya penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Suntoro Wongsoatmojo, MS. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. MAM. Andriani, MS. Selaku Pembimbing I yang telah banyak memberi saran serta bimbingan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Rohula Utami, S.TP, MP. Selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran, bimbingan serta dorongan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak, Ibu, dan kakak-kakakku yang telah memberikan doa yang tulus, kasih sayang serta dorongan dan semangat dalam menjalani kehidupan.
5. Teman-teman THP angkatan 2004, yang telah memberikan bantuan, dan motivasi kepada penulis.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangannya, maka dengan rendah hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, sehingga dapat memberikan sumbangan informasi dalam pengembangan dan kemajuan pertanian.

Surakarta, Oktober 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY.....	x
 I. PENDAHULUAN.....	 1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1. Tujuan Penelitian	2
2. Manfaat Penelitian	3
 II. LANDASAN TEORI.....	 4
A. Angkak.....	4
1. Definisi dan Sejarah Angkak	4
2. Manfaat Angkak.....	4
3. Sifat Angkak	5
4. Pembuatan Angkak	6
B. Beras.....	6
1. Definisi Beras.....	6
2. Komposisi Beras	7
3. Jenis Beras.....	8
C. Angkak Bersifat Antimikrobia.....	10
D. Bakteri Pembusuk dan Bakteri Patogen pada Bahan Makanan	11
1. Bakteri Pembusuk pada Bahan Makanan.....	11

2. Bakteri Patogen pada Bahan Makanan	11
E. Hipotesis	13
III. METODE PENELITIAN	14
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
B. Bahan dan Alat Penelitian	14
1. Bahan Penelitian	14
2. Alat Penelitian	14
C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data	15
1. Produksi Kapang	15
2. Pembuatan Suspensi <i>Monascus purpureus</i>	15
3. Pembuatan Angkak	15
4. Pembuatan Ekstrak Angkak	15
5. Pembuatan Suspensi Bakteri	16
6. Uji Aktivitas Antimikrobia	16
7. Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
A. Pengaruh Berbagai Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
B. Pengaruh Berbagai Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap <i>Escherichia coli</i>	22
C. Mekanisme Penghambatan Senyawa Antimikrobia dari Ekstrak Angkak terhadap <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Escherichia coli</i>	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
A. Kesimpulan	27
B. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Hubungan Antara Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19
Tabel 2. Hubungan Antara Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni <i>Escherichia coli</i>	23
Tabel 3. Persentase Penurunan Jumlah Bakteri dengan Penambahan Ekstrak Angkak pada Media Pertumbuhan Bakteri.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Histogram Pengaruh Jenis Beras serta Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19
Gambar 2. Histogram Pengaruh Jenis Beras serta Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni <i>Escherichia coli</i>	23

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
Lampiran 1. Analisis Ragam Pengaruh Ekstrak Angkak dari Berbagai Jenis Beras terhadap Jumlah Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	31
Lampiran 2. Analisis Ragam Pengaruh Ekstrak Angkak dari Berbagai Jenis Beras terhadap Jumlah Bakteri <i>Escherichia coli</i>	34
Lampiran 3. Berbagai Jenis Beras dan Biakan <i>Monascus purpureus</i>	37
Lampiran 4. Angkak dan Ekstrak Angkak dari Berbagai Jenis Beras.....	36

RINGKASAN

Fitri Sulistyorini. H0604025. penelitian dengan judul “ **Pengaruh Berbagai Jenis Beras terhadap Aktivitas Antimikrobia pada Angkak oleh *Monascus purpureus***”, dibawah bimbingan Ir. MAM. Andriani, MS. dan Ibu Rohula Utami, S.TP, MP. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta, mulai bulan Mei sampai September 2008. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui aktivitas

antimikrobia pada angkak yang terbuat dari berbagai jenis beras yaitu beras putih, beras merah, dan beras hitam.

Percobaan ini merupakan percobaan faktorial yang menggunakan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jenis beras yang terdiri atas tiga taraf, yaitu beras putih (B1), beras merah (B2) dan beras hitam (B3). Faktor kedua adalah konsentrasi ekstrak angkak yang terdiri atas empat taraf yaitu 2,5% (K1); 5% (K2); 7,5% (K3); dan 10% (K4). Variabel yang diamati adalah jumlah koloni mikrobial dengan metode plate count, dengan menggunakan bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis beras dan konsentrasi ekstrak angkak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*, dan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Angkak yang terbuat dari beras hitam dengan konsentrasi ekstrak 10%, memiliki aktivitas antimikrobia tertinggi terhadap *Pseudomonas aeruginosa*.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah angkak memiliki aktivitas antimikrobia. Angkak yang terbuat dari beras hitam mengandung senyawa antimikrobia lebih tinggi daripada angkak yang terbuat dari beras merah dan angkak yang terbuat dari beras putih.

Kata kunci: angkak, *Monascus purpureus*, antimikrobia, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*.

SUMMARY

Fitri Sulistyorini. H 0604025. Research titled “**The Effect of Rice Variety to Antimicrobial Activity of Red Mould Rice by *Monascus purpureus*.**” Under supervision by Ir. MAM. Andriani, MS. and Rohula Utami, S.TP, MP. Agriculture Product Technology Department, Agriculture Faculty, Sebelas Maret University of Surakarta. This research has been done at Food and Nutrient Laboratory and Manipulation of Process Laboratory, Agriculture Product Technology Department, Agriculture Faculty, Sebelas Maret University of Surakarta., started from May 2008 until September 2008. The aim of this research is to know the antimicrobial activity of red mould rice from white rice, red rice and black rice..

This research used factorial experiment that arranged in Randomized Complete Design (RCD) with two experimental factors. The first factor was three levels of rice variety i.e : white rice (B1), red rice (B2), black rice (B3). And second factor was four levels of extract concentrations i.e : 2,5% (K1), 5,0% (K2), 7,5% (K3), and 10% (K4). Observation variables include the total colony of *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, with plate count method..

Result of this research shows that the interaction of rice variety of red mould rice and the extract concentration effected to *Pseudomonas aeruginosa* and not effected to *Escherichia coli*. The extract of red mould rice from black rice with 10% concentration extract, have the highest antimicrobial activity to *Pseudomonas aeruginosa*.

The conclusions of this research is red mould rice have an antimicrobi-¹ activity. Red mould rice from black rice have an antimicrobia activity higher th red mould rice from red rice and red mould rice from white rice.

Key word: red mould rice, *Monascus purpureus*, antimicrobia, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Angkak merupakan salah satu produk fermentasi beras dengan menggunakan kapang *Monascus sp.* Pembuatan angkak untuk pertama kali dilakukan di Cina oleh dinasti Ming yang berkuasa pada abad ke-14 hingga 17. Pada zaman tersebut, angkak digunakan sebagai pewarna alami makanan serta obat untuk melancarkan pencernaan dan sirkulasi darah (Ardiansyah, 2005).

Angkak secara tradisional diproduksi dengan menggunakan substrat beras. Pada umumnya, angkak yang beredar di pasaran terdapat dalam bentuk beras utuh (Jennie dkk, 1997). Berbagai varietas beras dapat digunakan untuk memproduksi angkak, namun beras pera yang memiliki kadar amilosa tinggi lebih cocok digunakan untuk memproduksi angkak daripada beras dengan amilosa rendah. Beras yang kadar amilosanya rendah, bersifat lengket atau lekat. Jika beras jenis ini digunakan dalam proses pembuatan angkak, kelekatan antar butiran beras akan menghalangi pertumbuhan kapang *Monascus sp.*, sehingga pertumbuhan kapang tidak merata dan butiran beras tidak tertutup sempurna oleh miselia kapang (Winarno dan Titi S.R, 1994).

Kadar amilosa beras biasa (beras putih) pada umumnya sekitar 20%. Beras putih ini mendominasi pasar beras di Indonesia (Anonim b, 2008). Selain beras putih, terdapat jenis beras yang lain. Berdasarkan warnanya, beras dapat dibedakan menjadi beras putih, beras merah, dan beras hitam. Surdi (2005), jika dibandingkan dengan beras putih, beras merah dan beras hitam terasa lebih kasar atau keras jika dimakan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua

beras tersebut bersifat pera, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai substrat dalam memproduksi angkak.

Berbagai penelitian tentang angkak telah dilakukan, salah satunya adalah mengenai manfaat angkak. Fardiaz dkk (1997), membuktikan bahwa angkak dapat menggantikan fungsi nitrit dalam pembuatan sosis, karena angkak mampu memperbaiki warna merah dari sosis serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak (*Bacillus stearothermophilus*), sehingga dapat memperpanjang umur simpan sosis. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa angkak merupakan antimikrobia, hal ini dibuktikan dengan adanya kemampuan angkak untuk menghambat pertumbuhan bakteri perusak pada sosis. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai aktivitas antimikrobia pada angkak. Dengan adanya pengujian aktivitas antimikrobia pada angkak dari berbagai jenis beras, diharapkan dapat diketahui seberapa efektif peran angkak sebagai antimikrobia pada bahan makanan.

Dalam penelitian ini, pengujian aktivitas antimikrobia pada angkak dilakukan pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. Kedua bakteri ini merupakan bakteri pembusuk dan bakteri patogen yang sering mengkontaminasi daging, dimana angkak sering digunakan sebagai bahan tambahan pada produk-produk olahan daging.

B. Perumusan Masalah

Perbedaan jenis beras yang digunakan dalam pembuatan angkak akan menghasilkan angkak dengan karakteristik yang berbeda. Pengujian aktivitas antimikrobia ini diharapkan dapat mengetahui ekstrak angkak dari jenis beras mana yang memiliki sifat antimikrobia terbaik. Apabila diketahui bahwa aktivitas antimikrobia pada angkak itu tinggi, maka angkak tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pewarna alami, tetapi juga dapat berfungsi sebagai bahan antimikrobia alami yang dapat ditambahkan pada produk-produk makanan.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antimikrobia pada angkak yang terbuat dari berbagai jenis beras, yaitu beras putih, beras merah dan beras hitam.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi mengenai aktivitas antimikrobia pada angkak, sehingga angkak dapat digunakan sebagai pewarna sekaligus antimikrobia pada bahan makanan.

II. LANDASAN TEORI

A. Angkak

1. Definisi dan Sejarah Angkak

Angkak adalah produk fermentasi beras menggunakan kapang *Monascus sp.* Angkak berasal dari China. Pembuatan pertama dilakukan oleh dinasti Ming yang berkuasa pada abad ke-14 sampai abad ke-17. dalam teks tradisional *The Anchiense Chinese Pharmacopoenia* disebutkan bahwa angkak digunakan sebagai obat untuk melancarkan pencernaan dan sirkulasi darah. Di beberapa negara Asia seperti Taiwan, Jepang, Korea, dan Hongkong, angkak diproduksi untuk keperluan sebagai pewarna alami makanan (Ardiansyah, 2005).

2. Manfaat Angkak

Angkak mempunyai beberapa manfaat, salah satunya adalah sebagai pewarna alami. Warna merah angkak sangat potensial sebagai pengganti warna merah sintetis, yang saat ini penggunaannya sangat luas pada berbagai produk makanan. Winarno dan Titi S.R. (1994), beberapa contoh produk makanan yang telah menggunakan pewarna merah angkak adalah anggur, keju, sayuran, pasta ikan, kecap ikan,

minuman beralkohol, aneka kue, serta produk olahan daging (sisis, ham, kornet). Sebagai pewarna alami, angkak memiliki kelarutan tinggi, warna stabil, mudah dicerna dan tidak bersifat karsinogenik.

Manfaat lain dari angkak, yaitu angkak mampu menghambat produksi kolesterol dalam tubuh. D.Heber, peneliti di Pusat Gizi Manusia *University of California Los Angeles* (UCLA), mengungkapkan, angkak memiliki senyawa aktif *monakolin K* atau *lovastatin*, *dihidromonakolin*, dan *monakolin I* hingga IV, serta komponen sterol seperti betasitosterol, campesterol, stigmasterol, sapogenin, isoflavon, dan asam lemak tak jenuh tunggal yang dapat menghambat produksi kolesterol dalam tubuh. Riset UCLA tersebut melibatkan 83 orang berkolesterol tinggi. Setelah minum angkak selama 12 minggu, sebanyak 2,4 gram yang terlarut pada 100 ml air, jumlah kolesterol jahat atau LDL menurun. Jumlah trigliserida atau substansi lemak penyebab jaringan darah rusak juga turun. (Anonim^a, 2008). Menurut Tisnadjaja (2006), lovastatin yang terkandung dalam angkak mampu menghambat kerja enzim HMG Co-A reduktase yang berperan dalam sintesis kolesterol dalam darah, sehingga jumlah kolesterol dapat dikendalikan.

Selain itu, angkak seringkali digunakan dalam proses pengobatan demam berdarah. Senyawa lovastatin dari angkak akan mengoksidasi LDL. LDL tersebut kemudian bersinergi dengan protein perangsang kinetika monosit dan megacaryosit, akibatnya monosit dan megacaryosit akan bermigrasi ke ruang endotelium. Dalam endotelium itulah monosit dan megacaryosit masing-masing berubah menjadi makrofaga dan trombosit aktif. Kedua virus inilah yang akan menghadapi virus DBD dan mengeliminasi virus tersebut Tisnadjaja, 2006). Angkak juga berkhasiat untuk menurunkan tekanan darah tinggi serta memperlancar dan menstabilkan tekanan darah. Adanya senyawa lovastatin pada angkak yang mampu mengendalikan kolesterol dalam darah, menyebabkan tidak terjadinya penumpukan

kolesterol pada arteri, sehingga tekanan darah akan tetap normal (Anonim^a, 2008).

3. Sifat Angkak

Angkak dapat diproduksi dengan menggunakan beberapa species kapang *Monascus sp*, diantaranya adalah *Monascus purpureus*, *M. pilosus*, dan *M. anka*. Dari ketiga species kapang *Monascus sp*, *Monascus purpureus* merupakan salah satu species yang sering digunakan dalam pembuatan angkak. *Monascus purpureus* menghasilkan enam macam pigmen, yang dibagi menjadi tiga kelompok yaitu dua pigmen orange (*rubopunctamin* dan *monascorubrin*), dua pigmen kuning (*monascin* dan *ankaflavin*), dan dua pigmen merah (*rubopunctamin* dan *monascorubramin*).

Pertumbuhan kapang *Monascus purpureus* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya cahaya, suhu dan komposisi medium (Timotius dan Ony R.U., 1997). Menurut Winarno dan Titi S.R. (1994), suhu optimum untuk pertumbuhan kapang *Monascus purpureus* adalah 30°C, sedangkan pH optimumnya adalah 6,0. Kestabilan dari angkak yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus*, dipengaruhi oleh sinar matahari, sinar ultraviolet, keadaan asam dan basa (pH), suhu, dan oksidator. Pigmen angkak lebih stabil pada pH 9 dibandingkan dengan pH 7 dan pH 3. Pemanasan pada suhu 100°C selama satu jam tidak menyebabkan kerusakan nyata terhadap pigmen angkak (Anonim^a, 2008).

4. Pembuatan Angkak

Secara tradisional, pembuatan angkak umumnya dilakukan dengan menggunakan substrat beras melalui sistem fermentasi padat (Anonim^a, 2008). Menurut Widjayanti (2000), tingkat kepulenan (stickiness) dari substrat berbanding terbalik dengan produksi pigmen angkak. Winarno dan Titi S.R. (1994), beras dengan kadar amilosa rendah akan menyebabkan beras bersifat lengket atau lekat. Jika beras jenis ini digunakan dalam proses pembuatan angkak, kelekatan antar

butiran beras akan menghalangi pertumbuhan kapang *Monascus sp.*, sehingga pertumbuhan kapang tidak merata dan butiran beras tidak tertutup sempurna oleh miselia kapang. Beras yang cocok digunakan sebagai substrat adalah beras pera, yaitu yang memiliki kadar amilosa tinggi, dan rendah amilopektin.

B. Beras

1. Definisi Beras

Kata “beras” mengacu pada bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari sekam. Sekam (Jawa *merang*) secara anatomi disebut ‘palea’ (bagian yang ditutupi) dan ‘lemma’ (bagian yang menutupi). Pada salah satu tahap pemrosesan hasil panen padi, gabah ditumbuk dengan lesung atau digiling sehingga bagian luarnya (kulit gabah) terlepas dari isinya. Bagian isi inilah, yang berwarna putih, kemerahan, ungu, atau bahkan hitam, yang disebut beras.

Beras adalah bagian biji padi yang terdiri dari:

- Aleuron lapis terluar yang sering kali ikut terbuang dalam proses pemisahan kulit,
- Endospermia, tempat sebagian besar pati dan protein beras berada, dan
- Embrio, yang merupakan calon tanaman baru (dalam beras tidak dapat tumbuh lagi, kecuali dengan bantuan teknik kultur jaringan)

Dalam bahasa sehari-hari, embrio disebut sebagai mata beras.

Sebagaimana bulir sereal lain, bagian terbesar beras didominasi oleh pati (sekitar 80-85%). Beras juga mengandung protein, vitamin (terutama pada bagian aleuron), mineral dan air (Anonim^b, 2008).

2. Komposisi Beras

Komponen kimia beras berbeda-beda tergantung pada varietas dan cara pengolahannya. Selain sebagai sumber energi, beras juga mengandung beberapa unsur protein, mineral dan vitamin. Sebagian

besar karbohidrat beras adalah pati (85-90%), sebagian kecil pentosan, selulosa, hemiselulosa dan gula. Dengan demikian sifat fisikokimia beras terutama ditentukan oleh sifat fisikokimia patinya. Pati beras terbentuk oleh dua jenis molekul polisakarida, yang masing-masing merupakan polimer dari glukosa. Kedua molekul tersebut adalah amilosa dan amilopektin (Astawan, 2008).

Perbandingan amilosa dan amilopektin pada beras sangat menentukan tekstur nasi yang dihasilkan. Winarno (1994), semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut. Beras ketan praktis tidak ada amilosanya (1-2%), sedangkan beras yang mengandung amilosa lebih dari 2% disebut beras biasa. Berdasarkan kandungan amilosanya, beras dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu (1) beras dengan kadar amilosa tinggi (25-33%), (2) beras dengan kadar amilosa menengah (20-25%), (3) beras dengan kadar amilosa rendah (9-20%), dan beras dengan kadar amilosa sangat rendah (<9%).

3. Jenis Beras

Selain dikelompokkan berdasarkan tekstur setelah menjadi nasi (lengket, lunak, keras atau pera), beras juga dapat dikelompokkan sesuai dengan warnanya. Warna beras yang berbeda diatur secara genetik, akibat perbedaan gen yang mengatur aleuron, warna endospermia dan komposisi pati pada endospermia. Berdasarkan warnanya, beras dikelompokkan menjadi tiga yaitu beras putih, beras merah dan beras hitam (Anonim^b, 2008).

Beras yang sehari-hari kita konsumsi adalah beras putih. Beras putih ini mendominasi pasar beras khususnya di Indonesia. Beras putih terlihat agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron. Aleuron beras putih ini banyak yang hilang pada waktu proses penggilingan. Akibatnya beberapa nutrisi pada beras seperti vitamin B1 dan B3 turut hilang (Anonim^b, 2008).

Adapun nutrisi yang terkandung pada beras putih tiap 100 gram adalah sebagai berikut:

Nutrisi	Kandungan/100 gr
Air	10.46 gr
Energi	1548 Kj
Protein	6.81 gr
Total lemak	0.55 gr
Karbohidrat	81.68 gr
Serat	2.8 gr
Ampas	0.49 mg
Vitamin B1	0.18 mg
Vitamin B2	0.055 mg
Vitamin B6	0.107 mg
Vitamin B12	0

(Anonim, 2000)

Dalam hal kandungan vitamin dan mineral, beras merah lebih unggul daripada beras putih. Beras merah mengandung tiamin (vitamin B1) yang diperlukan untuk mencegah beri-beri pada bayi. Zat besinya juga lebih tinggi, membantu bayi usia 6 bulan ke atas yang asupan zat besinya dari ASI sudah tidak lagi mencukupi kebutuhan tubuh. Nilai

energi yang dihasilkan beras merah lebih besar daripada beras putih (349 kal : 353 kal). Beras merah juga kaya serat dan minyak alami, sehingga mampu mencegah berbagai penyakit saluran pencernaan, serta meningkatkan perkembangan otak dan menurunkan kolesterol darah. Unsur gizi lain yang terdapat pada beras merah adalah selenium. Banyak pakar mengatakan selenium mempunyai potensi untuk mencegah penyakit kanker dan penyakit degeneratif lain (Anonim , 2007)

Selain beras putih dan beras merah, jenis beras berwarna yang lain adalah beras hitam. Beras hitam mengandung vitamin, mikroelemen dan asam amino yang kadarnya lebih tinggi daripada beras biasa. Riset menunjukkan, warna beras kian gelap, pigmen anti penuaan di lapisan luar beras kian menonjol. Sudah tentu, peran pigmen beras hitam adalah paling baik di antara berbagai jenis beras berwarna. Selain itu, pigmen tersebut mengandung materi aktif flavonoid dan kadarnya lima kali lipat dari pada beras putih dan berperan sangat besar bagi pencegahan pengerasan pembuluh nadi. Selain itu, beras hitam mengandung relatif banyak serat makanan (dietary fiber), laju pencernaan pati lamban, indeks gula darah 55 sedangkan beras putih adalah 87 (Suryono, 2008).

C. Angkak Bersifat Antimikrobia

Berdasarkan kriteria sifat antimikrobia, ternyata ekstrak angkak juga memiliki beberapa sifat tersebut. Angkak terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen dan bakteri perusak berspora, seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* (Anonim ^a, 2008).

Menurut Srikandi Fardiaz, et all (1997), pigmen angkak cukup efektif menghambat pertumbuhan mikrobia, hal ini berkaitan dengan kandungan antimikrobia yang dimiliki pigmen angkak, yaitu *monascidin*. Timotiis (2004), menyatakan *monascidin* merupakan produk metabolik non-pigmen yang dihasilkan oleh kapang *Monascus* selain *citrinin* dan

lovastatin. *Monascidin* berfungsi sebagai agen antimikrobia. Menurut Tisnadjaja (2006), kandungan senyawa *monascidin* bersifat menghambat pertumbuhan bakteri dari genus *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Pseudomonas*. Aktivitas antimikrobia *monascidin* cukup efektif untuk bakteri-bakteri gram positif dibandingkan gram negatif. Hal ini disebabkan karena bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan lebih banyak daripada gram negatif, dimana antimikrobia *monascidin* diduga menghambat sintesis peptidoglikan dari dinding sel bakteri (Jenie dan Kuswanto, 1994)

D. Bakteri Pembusuk dan Bakteri Patogen pada Bahan Makanan

1. Bakteri Pembusuk pada Bahan Makanan

Aktivitas bakteri pada bahan pangan dapat mengakibatkan berbagai perubahan fisik maupun kimia yang tidak diinginkan. Apabila hal ini terjadi, produk pangan tersebut dinyatakan sebagai bahan pangan yang busuk, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Terdapat berbagai macam bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan pada bahan makanan, salah satunya adalah *Pseudomonas*. *Pseudomonas* merupakan bakteri yang dapat merusak bahan makanan berprotein tinggi, seperti produk-produk olahan daging.

Pseudomonas adalah bakteri gram negatif yang berbentuk batang kecil. Pada umumnya *Pseudomonas* dapat bergerak dengan flagella tunggal dan mempunyai tipe metabolisme yang bersifat oksidatif. Bakteri ini merupakan bakteri yang menyebabkan berbagai kerusakan bahan pangan. *Pseudomonas* mampu memproduksi enzim yang dapat memecah komponen lemak dan protein dari bahan pangan. *Pseudomonas* dapat berkembang biak dengan cepat pada suhu dingin. Daging yang disimpan di lemari es terlalu lama akan rusak oleh bakteri ini. Aktivitas bakteri ini dapat mengakibatkan terbentuknya lendir dan pigmen pada permukaan daging. *Pseudomonas aeruginosa*

menghasilkan pigmen berwarna biru kehijauan, *Pseudomonas flouresens* menghasilkan pigmen hijau, dan species lain seperti *Pseudomonas nigrificans* membentuk pigmen hitam pada makanan yang mengandung protein (Buckle dkk, 1987).

2. Bakteri Patogen pada Bahan Makanan

Bahan makanan juga dapat bertindak sebagai substrat untuk tumbuhnya mikroorganisme yang bersifat patogenik terhadap manusia. Seseorang yang mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh bakteri patogen, sangat berpotensi terjangkit penyakit yang ditularkan oleh bakteri tersebut. Beberapa penyakit menular yang disebarkan melalui bahan pangan antara lain tipus, kolera, disentri, dan TBC. Salah satu contoh bakteri patogen yang sering mengkontaminasi bahan makanan adalah *Escherichia coli* (Buckle dkk, 1987).

Escherichia coli merupakan salah satu contoh bakteri batang gram negatif, tidak berkapsul, umumnya mempunyai fimbria dan bersifat motile. *E. coli* mempunyai ukuran panjang 2,0-6,0 μm dan 1,1-1,5 μm , tersusun tunggal, berpasangan dan flagella peritikus. *E. coli* tumbuh pada suhu antara 10-40°C dengan suhu optimum 37°C. pH optimum pertumbuhannya 7,0-7,5. pH minimal 4 dan maksimal 9. nilai Aw minimum untuk pertumbuhan *E. coli* adalah 0,96. bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan dapat diinaktifkan pada suhu pasteurisasi makan atau selama pemasakan makanan (Supardi dan Sukamto, 1999).

Escherichia coli merupakan penghuni normal usus manusia. *E. coli* yang dikeluarkan bersamaan dengan tinja dari orang yang lumen ususnya berisi sederetan penyakit infeksi, dapat menyebarkan penyakit infeksi tersebut. Keberadaan *E. coli* dalam bahan pangan, menunjukkan bahwa bahan pangan tersebut terinfeksi dengan isi dan bakteri usus, diantaranya mungkin pula penyebab penyakit, dan harus diambil tindakan pengamanan (Schlogel dan Karin Schmidt.1994). *E.*

coli sangat mudah mencemari produk-produk pangan melalui perantara air, seperti pada saat pencucian. Produk-produk olahan daging juga mudah terkontaminasi oleh *E. coli*. Riset dari Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA), membuktikan bahwa terjadinya kematian empat ribu orang setiap tahun dari lima juta orang yang terserang penyakit, adalah sebagai akibat dari mengonsumsi produk-produk daging yang tercemar oleh bakteri patogen, dan salah satu bakteri patogen tersebut adalah *E. coli* (Fardiaz, 2001).

HIPOTESIS

Perbedaan jenis beras akan menghasilkan angkak dengan sifat antimikrobia yang berbeda. Angkak yang terbuat dari beras merah dan angkak yang terbuat dari beras hitam akan mempunyai aktivitas antimikrobia yang lebih tinggi daripada angkak yang terbuat dari beras putih.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Laboratorium Pangan dan Gizi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei 2008 dengan percobaan pendahuluan dilaksanakan pada bulan April 2008.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan Penelitian

Angkak yang diperoleh dari hasil percobaan pendahuluan dari hasil inokulasi nasi karon yang telah diinokulasi dengan *Monascus purpureus* koleksi Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta. Beras yang digunakan berasal dari tiga jenis beras yaitu beras putih, beras merah dan

beras hitam. Sedangkan untuk uji antimikrobia digunakan bakteri uji antara lain *Pseudomonas aeruginosa* yang mewakili jenis bakteri pembusuk, dan *Escherichia coli* yang mewakili jenis bakteri patogen. Semua bakteri yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari koleksi Universitas Setia Budi (USB) Surakarta. Media yang digunakan untuk mengembangbiakkan *Monascus purpureus* adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA), sedangkan media untuk mengembangbiakkan bakteri adalah *Nutrient Broth* (NB) dan *Nutrient Agar* (NA).

2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan antara lain *encash*, *laminar flow*, tabung reaksi, labu takar, pipet, *autoklaf*, oven, bunsen, erlenmeyer, gelas ukur, aluminium foil, cawan petri, kawat ose, *colony counter*, neraca analitik, kapas penyumbat, pengaduk, dan lain-lain.

C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data

1. Produksi Kapang

Biakan murni *Monascus purpureus*, diperbanyak dengan memindahkan kultur ke beberapa tabung yang berisi media PDA miring, dan diinkubasi selama 3-5 hari.

2. Pembuatan suspensi *Monascus purpureus*

Suspensi kapang *Monascus purpureus* dibuat dengan cara menambahkan 2ml aquadest steril pada tiap-tiap tabung reaksi yang berisi biakan murni *Monascus purpureus* secara aseptik. Spora kapang *Monascus purpureus* dikikis dengan kawat ose steril secara aseptik.

3. Pembuatan Angkak

Angkak dibuat dengan cara memasukkan 100 gram beras yang telah direndam selama 40 jam ke dalam Erlenmeyer, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah

didinginkan hingga suhu sekitar 36°C, beras tersebut diinokulasi dengan 2 ml suspensi kapang *Monascus purpureus* untuk tiap erlenmeyer. Setelah itu, campuran tersebut diaduk hingga rata dan diinkubasi pada suhu 27-32°C selama 30 hari. Angkak ini kemudian dikeringkan dengan menggunakan alat pengering pada suhu 45°C selama 15 jam. Angkak yang telah kering kemudian disimpan dalam botol kaca.

4. Pembuatan Ektrak Angkak

Ekstrak angkak dibuat dengan cara melarutkan angkak kedalam aquadest steril, dengan berbagai konsentrasi (b/v) yaitu 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10%. Pada tahap dilakukan pembuatan larutan stock konsentrasi 10%, yaitu dengan menimbang 4 gram angkak, kemudian dilarutkan dalam 40 ml aquadest steril. Pembuatan variasi konsentrasi ekstrak angkak berikutnya dilakukan sebagai berikut

10% : Mengambil 2,0 ml larutan stock

7,5% : Mengambil 1,5 ml larutan stock + aquadest steril ad. 2 ml.

5,0% : Mengambil 1,0 ml larutan stock + aquadest steril ad. 2 ml

2,5% : Mengambil 0,5 ml larutan stock + aquadest steril ad. 2 ml

5. Pembuatan Suspensi Bakteri

Metode yang digunakan untuk pengujian aktivitas antimikrobia ini adalah metode *plate count*. Pada awalnya kedua bakteri uji, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, masing-masing ditumbuhkan pada media *Nutrient Broth* (NB), dengan cara mengikis koloni *Pseudomonas aeruginosa* maupun *Escherichia coli* dari biakan agar miring dengan menggunakan kawat ose secara aseptis. Biakan ini diinkubasi selama 24 jam. Kemudian dilakukan pemilihan biakan bakteri dengan jumlah koloni 250 cfu – 300 cfu dengan cara pengenceran. Biakan bakteri pada media NB diencerkan dengan menggunakan aquadest steril, hingga pengenceran 1 : 1.000.000, dan dilakukan penghitungan jumlah koloni bakteri mulai dari pengenceran 1 : 10.000 hingga penenceran 1 : 1.000.000, dengan menumbuhkan 1ml suspensi bakteri tersebut ke dalam media NA pada cawan petri. Pengenceran suspensi bakteri yang memiliki jumlah koloni

250-300 cfu inilah yang akan digunakan untuk pengujian antimikrobia angkak.

6. Uji Aktivitas Antimikrobia

Masing-masing ekstrak angkak dengan berbagai konsentrasi, ditambah dengan 2ml suspensi bakteri yang terpilih, dan digojok hingga homogen. Campuran antara ekstrak angkak dan suspensi bakteri ini kemudian diambil 1ml untuk ditumbuhkan dalam cawan petri dengan media *Nutrient Agar* (NA), dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator. Setelah diinkubasi, dilakukan penghitungan jumlah bakteri dengan bantuan *colony counter*. Sebagai kontrol, digunakan bakteri dengan pengenceran yang sama, kemudian ditumbuhkan pada media NA tanpa penambahan ekstrak angkak.

7. Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor yaitu jenis beras sebagai faktor pertama dan konsentrasi ekstrak angkak sebagai faktor kedua, masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Analisis data yang digunakan adalah analisis ragam dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Berbagai Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*

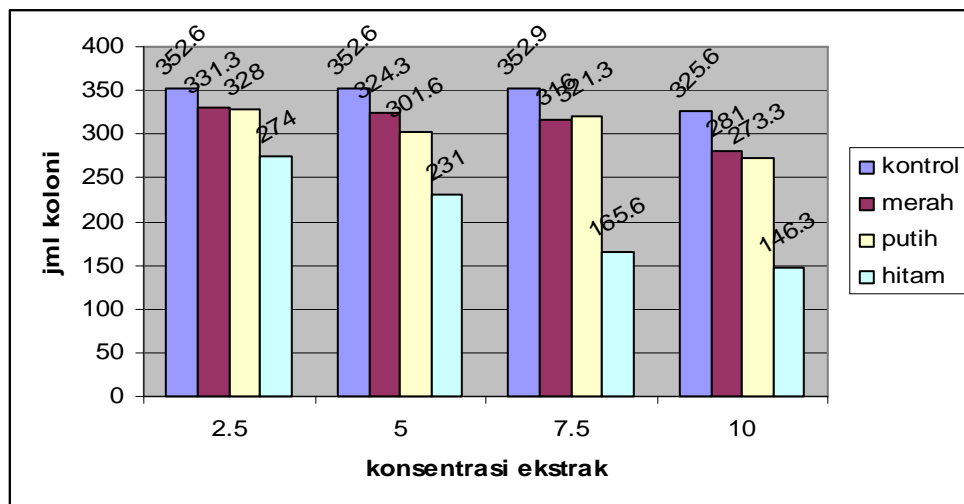
Pada proses fermentasi dalam pembuatan angkak, selain menghasilkan sel, *Monascus purpureus* juga menghasilkan beberapa metabolit sekunder. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* dikelompokkan menjadi dua, yaitu metabolit sekunder berupa pigmen dan non-pigmen. Metabolit sekunder non-pigmen dapat dibagi lagi menjadi beberapa senyawa, diantaranya *citrinin* (*nephrotoxic agen*), *lovastatin* (*anticoolesterol agen*) dan *monascidin* (*antimikrobia agen*).

Monascidin merupakan metabolit sekunder non-pigmen yang dapat berfungsi sebagai senyawa antimikrobia. Pembentukan metabolit non-pigmen seperti *monascidin* dan pembentukan pigmen oleh *Monascus purpureus* berjalan secara bersama-sama. Apabila salah satu dari kedua metabolit tersebut tidak ada, atau pembentukannya terganggu, maka *Monascus purpureus* akan cenderung membentuk metabolit yang lain. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Milanda, *et all* (2007), yang menyatakan bahwa *Monascus purpureus* albino (tidak berpigmen), yang merupakan hasil mutasi dari *Monascus purpureus* yang diisolasi dari sungai Cikapundung Bandung, menghasilkan metabolit sekunder berupa *monascidin* lebih tinggi daripada strain *Monascus purpureus* yang lain, yaitu *Monascus purpureus* yang berpigmen.

Tabel 1. Pengaruh Ekstrak Angkak dari Berbagai Jenis Beras terhadap Jumlah Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Jenis beras	Konsentrasi ekstrak angkak (%)	U1	U2	U3	Rerata
Putih	2,5	341	316	327	328,00
	5,0	336	268	301	301,60
	7,5	296	364	304	321,30
	10,0	340	236	244	273,30
Merah	2,5	366	321	307	331,30
	5,0	298	311	364	324,30
	7,5	302	278	368	316,00
	10,0	300	264	280	281,00
Hitam	2,5	324	304	292	274,00
	5,0	236	248	209	231,00
	7,5	134	196	167	165,60
	10,0	114	149	176	146,30

Kontrol	330	351	377	352,60
---------	-----	-----	-----	--------



Gambar 1. Histogram Pengaruh Jenis Beras serta Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni *Pseudomonas aeruginosa*

Perbedaan jenis beras dari angkak yang digunakan, memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa angkak yang terbuat dari beras hitam menghasilkan aktivitas antimikrobia yang lebih besar daripada angkak yang terbuat dari beras merah dan angkak yang terbuat dari beras putih. Beras hitam mengandung pigmen alami yaitu *antosianin* dengan intensitas tinggi (Anonim^b, 2008). Adanya pigmen ini diduga dapat menghambat pertumbuhan *Monascus purpureus*. Menurut Wrolstand (2004), *antosianin* yang banyak dijumpai pada buah, sayur, bunga, dan sereal, memiliki beberapa fungsi, diantaranya merangsang pertumbuhan biji, memberikan perlindungan terhadap efek iradiasi dari sinar UV, dapat memproduksi antivirus, serta memiliki aktivitas antimikrobia. Sifat antimikrobia yang dimiliki oleh *antosianin* inilah yang diduga dapat menghambat pertumbuhan *Monascus purpureus*. Keberadaan pigmen ini menyebabkan pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen merah dari *Monascus purpureus* menjadi terhambat, sehingga pada saat proses fermentasi dalam

pembuatan angkak, nutrisi yang terkandung dalam beras hitam ini lebih difokuskan untuk pembentukan metabolit sekunder non-pigmen seperti *monascidin*. Senyawa *monascidin* yang dihasilkan pada saat proses fermentasi angkak beras hitam, akan berinteraksi dengan *antosianin* yang terdapat pada beras hitam tersebut. Adanya interaksi positif dari kedua senyawa yang bersifat antimikrobia ini akan menyebabkan aktivitas antimikrobia pada angkak dari beras hitam ini meningkat.

Angkak yang terbuat dari beras merah dan beras putih juga memiliki aktivitas antimikrobia terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. Meskipun penghambatannya tidak setajam penghambatan pada angkak yang terbuat dari beras hitam. Pada saat proses fermentasi dalam pembuatan angkak, nutrisi yang terdapat pada beras putih digunakan oleh *Monascus purpureus* untuk pertumbuhan dan pembentukan pigmen. Pembentukan pigmen merah dari *Monascus purpureus* pada beras putih dapat berjalan dengan baik karena beras putih tidak mengandung pigmen alami, sehingga pembentukan metabolit sekunder lebih condong ke pembentukan pigmen. Hal ini dapat menyebabkan pembentukan metabolit sekunder non-pigmen seperti *monascidin* menjadi berkurang intensitasnya.

Pada angkak yang terbuat dari beras merah, walaupun pada awalnya beras tersebut telah memiliki pigmen alami yaitu *antosianin*, namun pigmen ini memiliki intensitas yang kecil, sehingga sifat antimikrobia yang dimiliki oleh beras merah ini juga rendah. Pada saat fermentasi dalam pembuatan angkak, sifat antimikrobia dari antosianin pada beras merah ini tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan *Monascus purpureus*. Hal ini menyebabkan pembentukan metabolit sekunder baik itu pigmen maupun non-pigmen dari *Monascus purpureus* dapat berjalan secara bersama-sama, walaupun keduanya berjalan lambat.

Penghambatan pembentukan pigmen merah oleh *Monascus purpureus* pada angkak yang terbuat dari beras hitam dan beras merah, terlihat pada saat proses fermentasi dan pada produk akhir dari angkak

yang dihasilkan. Pada saat proses fermentasi, angkak yang terbuat dari beras putih, butiran-butiran berasnya dapat tertutup oleh miselia kapang *Monascus purpureus* dengan sempurna, sehingga warnanya terlihat merah pekat. Sedangkan angkak dari beras merah dan beras hitam, butiran-butiran berasnya tidak dapat tertutup sempurna oleh miselia kapang. Hal ini bukan disebabkan karena miselia kapang terhalang oleh kelekatan beras, karena keduanya sama-sama bersifat pera, namun karena pada beras merah dan beras hitam telah mengandung pigmen alami yang dapat menghambat pembentukan pigmen oleh *Monascus purpureus*. Menurut Wong dan Philip (1981), pigmen *Monascus purpureus* terakumulasi pada miselia, sedangkan senyawa *monascidin* akan bercampur dengan kultur media. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak miselia yang terdapat pada beras, kandungan pigmennya juga akan semakin tinggi. Produk akhir dari angkak yang telah dikeringkan juga tidak berbeda dengan angkak yang masih difermentasi. Angkak putih memiliki intensitas warna merah yang lebih tinggi daripada angkak dari jenis beras yang lain.

Selain jenis beras, faktor kedua yang digunakan sebagai parameter dalam pengujian aktivitas antimikrobia pada angkak kali ini adalah konsentrasi ekstrak angkak. Variasi konsentrasi ekstrak angkak yang digunakan pada penelitian kali ini adalah 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10%. Dari variasi konsentrasi tersebut diharapkan semakin tinggi konsentrasi, maka aktivitas antimikrobianya juga akan semakin tinggi.

Dari hasil analisis ragam menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (tercantum pada lampiran 1), diketahui bahwa variasi konsentrasi ekstrak angkak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak angkak yang ditambahkan, kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* juga semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan semakin berkurangnya jumlah koloni bakteri seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak angkak yang digunakan. Selain itu, interaksi dari kedua faktor yang digunakan yaitu jenis beras dan variasi konsentrasi juga

berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (tercantum pada lampiran 1). Sehingga dapat disimpulkan bahwa angkak yang terbuat dari beras hitam dengan konsentrasi 10% merupakan angkak yang memiliki aktivitas antimikrobia terbaik dari sampel-sampel yang digunakan.

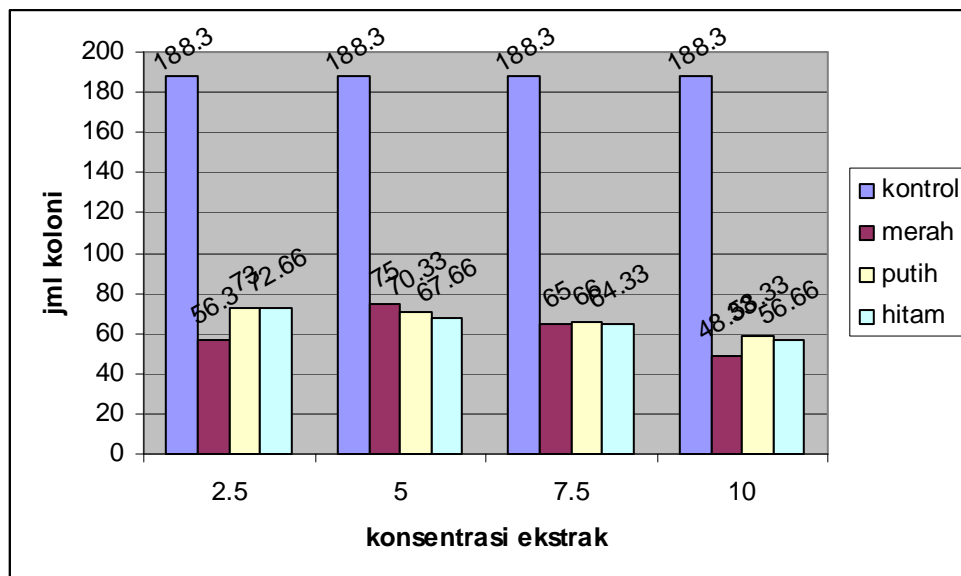
B. Pengaruh Berbagai Jenis Beras dan Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*

Penambahan ekstrak angkak pada media pertumbuhan *Escherichia coli* dapat menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. Namun, perbedaan jenis beras dari angkak yang digunakan dan variasi konsentrasi ekstrak angkak tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*.

Tabel 2. Pengaruh Ekstrak Angkak dari Berbagai Jenis Beras terhadap Jumlah Bakteri *Escherichia coli*

Jenis beras	Konsentrasi ekstrak angkak (%)	U1	U2	U3	rerata
Putih	2,5	76	62	81	73,00
	5,0	91	73	47	70,33
	7,5	63	77	58	66,00
	10,0	58	59	58	58,33
Merah	2,5	37	77	56	56,20
	5,0	55	81	89	75,00
	7,5	69	72	54	65,00
	10,0	40	57	48	48,33
Hitam	2,5	88	58	72	72,66
	5,0	53	55	95	67,66
	7,5	75	56	62	64,33
	10,0	39	58	73	56,66

Kontrol	172	212	181	188,33
---------	-----	-----	-----	--------



Gambar 2. Histogram Pengaruh Jenis Beras serta Konsentrasi Ekstrak Angkak terhadap Jumlah Koloni *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil analisis ragam, interaksi dari kedua faktor ini juga tidak memberikan pengaruh yang berbeda (tercantum pada lampiran 2). Hal ini diduga karena *peptidoglikan* pada dinding sel *Escherichia coli* kurang bisa merespon perbedaan jenis angkak dan variasi konsentrasi yang digunakan meskipun peptidoglikan ini cukup sensitif terhadap senyawa antimikrobia dari angkak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa senyawa antimikrobia dari angkak efektif digunakan untuk menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, meskipun dengan dosis yang rendah, karena dengan penggunaan ekstrak angkak dari jenis beras yang kandungan senyawa antimikrobanya rendah dan konsentrasinya rendah pun telah dapat menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*.

C. Mekanisme Penghambatan Senyawa Antimikrobia dari Ekstrak Angkak terhadap Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan dua bakteri uji yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, dapat diketahui bahwa ekstrak angkak memiliki sifat antimikrobia terhadap kedua bakteri tersebut. Penambahan ekstrak angkak pada media pertumbuhan bakteri memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan bakteri. Jumlah bakteri yang tumbuh dapat dihambat.

Senyawa pada angkak yang berfungsi sebagai agen antimikrobia adalah *monascidin*. *Monascidin* ini merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan *Monascus purpureus* selama proses fermentasi dalam pembuatan angkak. Menurut Fardiaz, *et al* (1997), *monascidin* diduga menghambat sintesis *peptidoglikan* dari dinding sel bakteri. *Peptidoglikan* adalah molekul yang sangat besar (molekul yang meliputi seluruh sel), terbuat dari *N-asetil glukosamin* dan asam *N-asetil muramat*. *Peptidoglikan* pada dinding sel bakteri ini berfungsi menyediakan komponen struktural yang kaku dan kuat yang dapat menahan tekanan osmosis yang tinggi yang disebabkan oleh kadar ion organik dalam sel. Tanpa adanya *peptidoglikan* pada dinding sel bakteri, dalam kondisi lingkungan yang normal, bakteri akan menyerap air dan pecah, hal ini menyebabkan ketidakstabilan pada bakteri tersebut dan bakteri ini akan mati (Pelczar 1986).

Prinsip kerja dari angkak sebagai senyawa antimikrobia, sama halnya dengan prinsip kerja antibiotik-antibiotik pada umumnya. Senyawa antimikrobia ini menyerang dinding sel dengan cara menghambat sintesis *peptidoglikan*, hal ini dapat mematikan bakteri tanpa membahayakan inangnya. *Peptidoglikan* pada dinding sel bakteri gram positif berbeda dengan *peptidoglikan* pada bakteri gram negative. Bakteri gram positif memiliki lapisan *peptidoglikan* yang lebih tebal dibandingkan bakteri gram negative, sehingga bakteri gram negative akan lebih peka terhadap senyawa antimikrobia.

Pseudomonas aeruginosa tergolong dalam bakteri gram negatif dan merupakan bakteri pembusuk yang sering terdapat pada makanan.

Sedangkan *Escherichia coli* juga tergolong dalam bakteri gram negatif, dan merupakan bakteri pathogen yang sering mengkontaminasi makanan. Kedua bakteri ini sama-sama memiliki lapisan *peptidoglikan* yang tipis, dan kurang peka terhadap senyawa antimikrobia. Meskipun demikian, penambahan ekstrak angkak dapat menghambat pertumbuhan kedua bakteri ini.

Tabel 3. Persentase penurunan jumlah bakteri dengan penambahan ekstrak angkak pada media pertumbuhan bakteri

Angkak	Konsentrasi ekstrak	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (%)	<i>Escherichia coli</i> (%)
Angkak beras putih	2.5%	6,976	61,238
	5.0%	14,463	62,655
	7.5%	8,876	64,955
	10%	22,490	69,027
Angkak beras merah	2.5%	6,041	70,158
	5.0%	8,026	60,176
	7.5%	10,380	65,486
	10%	20,306	74,337
Angkak beras hitam	2.5%	22,291	61,418
	5.0%	34,486	64,073
	7.5%	53,034	65,841
	10%	58,508	69,914

Apabila dibandingkan, persentase penurunan jumlah bakteri pada *Escherichia coli* lebih tinggi daripada *Pseudomonas aeruginosa*. Persentase penurunan jumlah bakteri pada *Pseudomonas* berkisar antara 6-59%, sedangkan pada *Escherichia coli* berkisar antara 60-75%. Perbedaan kepekaan terhadap senyawa antimikrobia ini dapat disebabkan karena perbedaan karakter dari kedua bakteri ini. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan jenis bakteri yang memiliki kepekaan rendah terhadap senyawa-senyawa antibiotik, hal ini diduga karena permeabilitas dari dinding sel bakteri ini rendah, maka dari itu senyawa antibiotik tidak bisa leluasa menembus dinding sel, sehingga tidak leluasa juga untuk menghambat sintesis dari peptidoglikan bakteri ini (anonim^d, 2008). Hal inilah yang menyebabkan *Pseudomonas* lebih tidak peka terhadap senyawa antimikrobia ekstrak angkak daripada *Escherichia coli*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Angkak yang terbuat dari berbagai jenis beras memiliki aktivitas antimikrobia terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan jumlah bakteri pada sampel yang media pertumbuhannya ditambahkan dengan ekstrak angkak.
2. Interaksi antara jenis beras yang digunakan untuk membuat angkak dan variasi konsentrasi ekstrak angkak yang digunakan, berpengaruh terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*, dan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*.
3. Angkak yang terbuat dari beras hitam memiliki aktivitas antimikrobia paling tinggi daripada angkak yang terbuat dari beras merah dan angkak yang terbuat dari beras putih.

B. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap aktivitas antimikrobia angkak dengan menggunakan bakteri uji yang lain, dan dengan mengaplikasikan angkak secara langsung ke produk-produk makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000. <http://asiamaya.com>.
- Anonim. 2007. *Proses Pembuatan Angkak*. <http://www.doublever.multiply.com>.
- Anonim ^a. 2008. *Gaya Hidup Sehat*. <http://www.kompas.com>
- Anonim ^b. 2008. *Beras*. <http://www.wikipedia.org/wiki>.
- Anonim ^c. 2008. *Beras Organik*. http://www.agribisnis_ganesha.com.
- Anonim ^d. 2008. *Pseudomonas aeruginosa*. <http://www.wikipedia.com>.
- Ardiansyah. 2005. Minum Angkak Menyehatkan. <http://www.journal.agric.food.chem.com>.
- Astawan, Made. 2008. *Komposisi Gizi Beras*. . <http://www.gizinet.com>.
- Buckle, K.A. dkk. 1987. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi dkk. 1997. *Pemanfaatan Pigmen Angkak untuk Substitusi Nitrit dalam Pembuatan Sosis Daging Sapi dan Pengaruhnya terhadap Bacillus stearothermophilus* dalam Prosiding Seminar Teknologi Pangan, halm 123-135.
- Fardiaz, Srikandi. 2001. *Strategi Riset Bidang Mikrobiologi untuk Meningkatkan Keamanan Pangan di Indonesia* dalam Pangan dan Gizi, Ilmu, Teknologi, Industri dan Perdagangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Gamman, P.M. dan K.B. Sherrington. 1981. *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi edisi kedua*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jennie, B.S.L. dan Kuswanto. 1994. *Pengaruh Pigmen Angkak Merah terhadap Pertumbuhan Beberapa Mikroba Patogen dan Perusak Makanan*. Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Bogor 10 Desember 1996.
- Jenie, B.S.L, dkk.1997. *Produksi Konsentrasi dan Bubuk Pigmen Angkak dari Monascus purpureus Serta Stabilitasnya Selama Penyimpanan* dalam Buletin Teknologi dan Industri Pangan, volume VII No.2 halm 39-46.

- Milanda, Tiana dkk. 2007. *Mutation and Characterization of an Albino Mutant of Monascus sp. Isolated from the Cikapundung River, Bandung*, dalam Indonesian Microbiological Jurnal, volume I.
- Pelczar, Michael J. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI Press. Jakarta.
- Schlogel, H.G. dan Karin Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum edisi keenam*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Supardi, Imam dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Alumni. Bandung.
- Suparno. 1994. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Surdi, Didi. 2005. *Potensi Beras Merah untuk Peningkatan Mutu Pangan* dalam Jurnal Litbang Pertanian volume XXIV No. 3 halm. 93-100.
- Tim Mikrobiologi FK UGM. 2004. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tim Mikrobiologi FK Unibraw. 2003. *Bakteriologi Medik*. Banyumedia Publishing. Malang.
- Timotius, K. H. dan Ony Rostina Utomo. 1998. *Pengaruh Zn Terhadap Pembentukan Biomassa dan Pigmen oleh Monascus purpureus UKSW 40 pada Medium yang Mengandung Air Rendaman Kedelai* dalam Buletin Teknologi dan Industri Pangan, volume VII No.2 halm 1-6.
- Timotius, K.H. 2004. *Produksi Pigmen Angkak oleh Monascus* dalam Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, volume V No. 1.
- Tisnadjaja, Djadjat. 2006. *Bebas Kolesterol dan Demam Berdarah dengan Angkak*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widjayanti, R.D.E. 2000. *Membandingkan Beras dan Cassava sebagai Substrat untuk Produksi Pigmen Monascus dengan Fermentasi Padat* dalam Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, volume II No. 2. halm 23-26.
- Winarno, F.G. dan Titi Sulistyowati Rahayu. 1994. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1994. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Wong, Hin-Chung dan Philip E. Koehler. 1981. *Production and Isolation of an Antibiotic from Monascus purpureus and its relationship to Pigment Production*, dalam Jurnal of Food Science, volume 42 No. 2, halm:589-592.
- Wrolstand, R.E. 2004. *Anthocyanin Pigment, Bioactivity and Colouring Properties*, dalam Jurnal of Food Science, volume 69 No. 5, halm:419-421.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Analisis Ragam pengaruh ekstrak angkak dari berbagai jenis beras terhadap jumlah bakteri *Pseudomonas*

➤ FK

$$\begin{aligned} FK &= (\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / n.ab \\ &= (9981)^2 / 3.3.4 \\ &= 2.767.232,25 \end{aligned}$$

➤ JK Total

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\ &= 2.926.993 - 2.767.232,25 \\ &= 159.760,75 \end{aligned}$$

➤ JK Bahan

$$\begin{aligned} JK \text{ Bahan} &= \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk}^2) / n.b. - FK \\ &= 34.118.411 / 4.3 - 2.767.232,25 \\ &= 75.968,666 \end{aligned}$$

➤ JK Konsentrasi

$$\begin{aligned} JK \text{ Konsentrasi} &= \sum_j (\sum_i \sum_k Y_{ijk}^2) / n.a - FK \\ &= 25.234.335 / 3.3 - 2.767.232,25 \\ &= 36582,75 \end{aligned}$$

➤ JK Interaksi

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi} &= \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk})^2 / n - \text{FK} - \text{JK Bahan} - \text{JK Konsentrasi} \\ &= 8.701.161 / 3 - 2.767.232,25 - 75.968,666 - 36.582,75 \\ &= 20.603,334 \end{aligned}$$

➤ KT Bahan

- $\text{db Bahan} = (b - 1) = (4 - 1) = 3$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 75.968,666 / 3$
 $= 25.322,888$

➤ KT Konsentrasi

- $\text{db Bahan} = (a - 1) = (3 - 1) = 2$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 36.582,75 / 2$
 $= 18.291,375$

➤ KT Interaksi

- $\text{db Bahan} = (b - 1)(a - 1) = (3 \times 1) = 6$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 20.603,334 / 6$
 $= 3.433,889$

➤ JK Galat

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - (\text{JK Bahan} + \text{JK Konsentrasi} + \text{JK Interaksi}) \\ &= 159760,75 - (75968,666 + 36582,75 + 20603,334) \\ &= 26606 \end{aligned}$$

➤ KT Galat

- $\text{db Galat} = (n - 1) b \cdot a = (3 - 1) 3 \times 4 = 24$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Galat} / \text{db Galat}$
 $= 26.606 / 24$
 $= 1.108,583$

➤ F Bahan

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Bahan}} &= \text{KT Bahan} / \text{KT Galat} \\
 &= 25.322,888 / 1.108,583 \\
 &= 22,842
 \end{aligned}$$

➤ F Konsentrasi

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Konsentrasi}} &= \text{KT Konsentrasi} / \text{KT Galat} \\
 &= 18.291,375 / 1.108,583 \\
 &= 16,499
 \end{aligned}$$

➤ F Interaksi

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Interaksi}} &= \text{KT Interaksi} / \text{KT Galat} \\
 &= 3.433,889 / 1.108,583 \\
 &= 3,097
 \end{aligned}$$

Rangkuman Hasil Analisis Ragam

Source (SK)	DF (db)	Seq SS (JK)	Adj MS (KT)	F (F hit)	P
B	3	75968,666	25322,888	22,842	3,01**
K	2	36582,750	18291,375	16,499	3,40**
B*K	6	20603,334	3433,8890	3,097	2,51*
Error	24	26606,000	1108,5833		
Total	35	159760,75			

Keterangan: * : Berpengaruh nyata/significant
 ** : Berpengaruh sangat nyata/ highly significant
 Ns : Berpengaruh tidak nyata/ non-significant

Lampiran 2

Analisis Ragam pengaruh ekstrak angkak dari berbagai jenis beras terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli*

➤ FK

$$\begin{aligned}FK &= (\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / n.ab \\&= (2322)^2 / 3.3.4 \\&= 149.769\end{aligned}$$

➤ JK Total

$$\begin{aligned}JK \text{ Total} &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\&= 157.396 - 149.769 \\&= 7.627\end{aligned}$$

➤ JK Bahan

$$\begin{aligned}JK \text{ Bahan} &= \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / n.b. - FK \\&= 1.799.690 / 4.3 - 149.769 \\&= 205,1666\end{aligned}$$

➤ JK Konsentrasi

$$\begin{aligned}JK \text{ Konsentrasi} &= \sum_j (\sum_i \sum_k Y_{ijk})^2 / n.a - FK \\&= 1.360.266 / 3.3 - 149.769 \\&= 1.371,666\end{aligned}$$

➤ JK Interaksi

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi} &= \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk})^2 / n - \text{FK} - \text{JK Bahan} - \text{JK Konsentrasi} \\ &= 455.768 / 3 - 149.769 - 205,166 - 1371,666 \\ &= 576,8335 \end{aligned}$$

➤ KT Bahan

- $\text{db Bahan} = (b - 1) = (4 - 1) = 3$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 205,1666 / 3$
 $= 68,388$

➤ KT Konsentrasi

- $\text{db Bahan} = (a - 1) = (3 - 1) = 2$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 1671,666 / 2$
 $= 835,833$

➤ KT Interaksi

- $\text{db Bahan} = (b - 1)(a - 1) = (3 \times 1) = 6$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Bahan} / \text{db Bahan}$
 $= 576,833 / 6$
 $= 96,1389$

➤ JK Galat

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - (\text{JK Bahan} + \text{JK Konsentrasi} + \text{JK Interaksi}) \\ &= 7.627 - (205,166 + 1371,666 + 576,8335) \\ &= 5.473,333 \end{aligned}$$

➤ KT Galat

- $\text{db Galat} = (n - 1) b \cdot a = (3 - 1) 3 \times 4 = 24$
- $\text{KT Bahan} = \text{JK Galat} / \text{db Galat}$
 $= 5.473,333 / 24$
 $= 228,0555$

➤ F Bahan

$$F \text{ Bahan} = KT \text{ Bahan} / KT \text{ Galat}$$

$$= 68,388 / 288,0555$$

$$= 0,2998$$

➤ F Konsentrasi

$$F \text{ Konsentrasi} = KT \text{ Konsentrasi} / KT \text{ Galat}$$

$$= 685,833 / 288,0555$$

$$= 3,0073$$

➤ F Interaksi

$$F \text{ Interaksi} = KT \text{ Interaksi} / KT \text{ Galat}$$

$$= 96,1389 / 288,0555$$

$$= 0,4125$$

Rangkuman Hasil Analisis Ragam

Source (SK)	DF (db)	Seq SS (JK)	Adj MS (KT)	F (F hit)	P
B	3	205,166	68,538	0,299	3,01 ^{ns}
K	2	1371,666	685,833	3,007	3,40 ^{ns}
B*K	6	576,833	96,138	0,421	2,51 ^{ns}
Error	24	5473,33	228,055		
Total	35				

Keterangan: * : Berpengaruh nyata/significant
 ** : Berpengaruh sangat nyata/ highly significant
 ns : Berpengaruh tidak nyata/ non-significant

Lampiran 3



Beras putih



Beras Merah



xli



Beras Hitam

Biakan Murni
Monascus purpureus

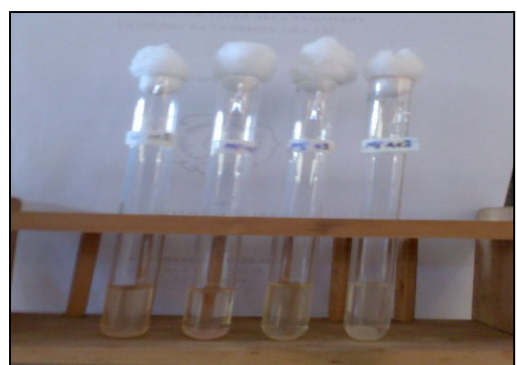
Lampiran 4



Angkak dari Beras Putih

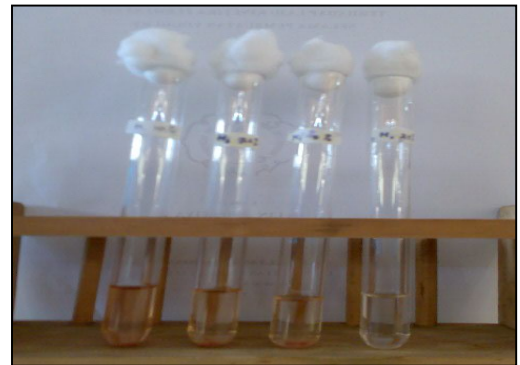


**Ekstrak Angkak
dari Beras Putih**



Angkak dari Beras Merah

**Ekstrak Angkak
dari Beras Merah**



Angkak dari Beras Hitam

**Ekstrak Angkak
dari Beras Hitam**

